V. E. Lohnaudigel

1971

Aus der Radiologischen Klinik der Universität des Saarlandes

Direktor : Prof. Dr. med. F. Sommer

Zur Frage der Elektronenbestrahlung von Harnblasentumoren

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1971

vorgelegt von

Otto - Ernst Schnaudigel

geb. am 27.2.1947 in Völklingen / Saar

Dekan : Prof. Dr. med. H. Kulenkampff

Referent : Prof. Dr. med. F. Sommer

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Die mündliche Promotionsprüfung wurde am 7.12.1971 abgelegt.

Meinen Eltern

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

Zur Frage der Elektronenbestrahlung von Harnblasentumoren

A Einleitung 1

Überblick über die Verfahren der Strahlen = therapie des Harnblasenkarzinoms :

1) konventionelle Röntgentherapie 1
2) radioaktive Isotope 2
3) Telecurietherapie 2
4) Therapie mit Umlauf - und Linearbeschleunigern 4
   a) ultraharte Röntgenstrahlen 4
   b) schnelle Elektronen 5

B Allgemeines über die eigenen Messungen 5

Eigene Messungen :

1) Gegenfelder am Betatron 6
2) Gegenfelder am Gammatron 8
3) 2 Felder (ventrale Schrägfelder) am Betatron (Elektronen) 10
4) 3 Felder (y - Anordnung) am Betatron (Elektronen + Photonen) 12
5) Pendeln am Gammatron 14
6) Pendeln am Betatron (Elektronen von 30 MeV) 16
7) Pendeln am Betatron (Elektronen von 35 MeV) 17

C Diskussion der Meßergebnisse 22

D Zusammenfassung 24

E Schrifttum 25

Obwohl das Harnblasenkarzinom nur einen Anteil von 0,5 % an allen malignen Tumoren hat (JEWETT, WILDBOLZ), beträgt seine Sterblichkeitsrate an allen Karzinom - Todesfällen doch 3,2 % (USA : PLANK). Die Behandlungserfolge sind also im Vergleich zu anderen bösartigen Geschwülsten sehr unbefrie = digend ; bei einer alleinigen chirurgischen Behandlung beträgt die 5 - Jahres - Heilung (ohne Rücksicht auf Stadienein = teilung) 10 - 15 % (BAKER u. Mitarbeiter) . Man versuch = te daher schon frühzeitig, mit Hilfe der Röntgentherapie diese Ergebnisse zu verbessern. Dabei erwies es sich als günstig, die Patienten bald nach der Diagnosestellung zu bestrahlen und nur kleine und wenige chirurgische Eingriffe vorausgehen zu lassen. Komplikationslose Abheilungen zeig = ten sich dabei meist nach einer Tumorabtragung auf Schleim = hautniveau mit anschließender Bestrahlung.

Aber gerade beim Harnblasenkarzinom erwies sich die konventionelle radiologische Therapie als wenig befrie = digend. Meist wurden mehrere Stehfelder im Energiebereich von 200 - 250 KV angewandt (BEER , BRUNI , HELLRIEGEL u. Mitarbeiter , LINTNER u. BENES , MARSHALL , ROSE , SCOTT u. MACKAY , TOPOL u. CHODOUNSKY , ZAUNBAUER) .

Weitere Fortschritte erzielte man mit einer Erhöhung der Felderzahl, um damit die starke Oberflächenbelastung zu senken (DEUTICKE : 7 Felder (2 vordere, 2 dorsale, 2 infragluteale und 1 perineales) bei 190 KV ; HELIRIE = GEL : 5 - 9 Felder bei 200 - 250 KV ; LINTNER u. BENES : 12 Felder (6 ventrale und 6 dorsale) bei 200 KV ; LOCKWOOD u. CHAPMAN : 6 Felder bei 200 KV ; ZAUNBAUER : 5 Felder (2 ventrale, 2 dorsale und 1 perineales) oder 7 Felder (2 ventrale, 2 dorsale, 2 infragluteale und 1 perineales), beide Methoden jeweils bei 190 KV).

Es wurden auch höhere Energien von 500 - 800 KV ange = wandt (FERGUSSON , POOLE - WILSON , WARD u. Mitarbeiter) und man setzte die Bewegungsbestrahlung ein (BECKER , HAUBRICH u. REICHELT , JANKER u. ROSSMANN , HENNER u. ROSSMANN , RINGLEB).

Bei einigen Autoren kam auch die Kontakt - Röntgenthe = rapie bei eröffneter Blase nach Sectio alta zur Anwendung (GOIN u. HOFFMAN , ÜBERALL), allerdings nur beim kleinen umschriebenen Tumor der Blasenhinterwand.

Erfolge beim Versuch, die stark beanspruchte Oberfläche zu entlasten, wurden mit Hilfe der verschiedenen Methoden der Siebbetrahlung erzielt. Die Vorteile lagen in einer weitgehenden Homogenisierung der Strahlung in der Tiefe bei gleichzeitiger Entlastung der Oberfläche (BECKER , BREITLING , GYENES , PFEIFER u. WÜRDINGER). Angewandt wurden 1 bis 2 Felder bei Energien um 200 KV (GYENES : 1 ventrales und 1 dorsales Feld bei 180 KV ; PFEIFER u. WÜRDINGER : 1 suprapubisches Feld bei 200 KV).

Neben dieser perkutanen Strahlentherapie hatte man sich schon früh radioaktiver Substanzen bedient, so 1911 des Aktiniums, des Radiums und des Thorium X (CZERNY , PASCH = KIS , YOUNG). Von da an setzte man neben dem Radium, das in vielfältigen Ausführungen als Radium - Nadel, Radium - Tube und Radon - Perlen Anwendung fand, auch künstliche radioaktive Isotope ein, so Co^{60}, Na^{24}, Br^{82}, Co^{60} - chlo = rid, Co^{60} - Perlen und Au^{198} - Nadeln und Körnchen (BECKER u. SCHEER , BERRY u. BURR , FRIEDMAN u. LEWIS , MAYOR , NEWALL). Man applizierte sie intracavitär mit Ballon = katheder, als direkte Blasenfüllung oder als lokale In = filtration.

Den größten Fortschritt in der Therapie des Blasenkar = zinoms brachte dann die Einführung der Supervolttherapie. Eine der ersten Veröffentlichungen über diese Therapie = methode stammt aus dem Jahre 1950 von BUSCHKE. Von diesem Zeitpunkt ab eroberte sich die Telekobalttherapie als die wirtschaftlich und technisch am besten zu lösende Methode eine beherrschende Stellung, die sie bis heute noch inne = hat.

Von der großen Vielfalt der angewandten Methoden sollen hier nur einige Varianten der Stehfeldbestrahlung und Bei = spiele für die Bewegungsbestrahlung aufgeführt werden.

Bei den Stehfeldern finden am meisten die um 45° gegen die Sagittalebene gekippten Felder als schräg ventrale und schräg dorsale Felder Anwendung. Die Zahl der Felder liegt meist bei 3 oder 4 , wobei die Oberflächendosis trotz der Feldaufteilung meist noch um ungefähr 80% liegt.

Die folgende Aufstellung soll einen Eindruck von den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten geben :

1 Feld , ventral (BIRKNER u. Mitarbeiter , POPPE)

2 Felder , ventrale und dorsale Gegenfelder (BIRKNER , GYENES)

2 Felder , schräg ventral von rechts und links (BIRKNER , KUTTIG u. BECKER)

3 Felder , 1 ventrales und 2 schräg dorsale (BIRKNER , BURAGGI u. Mitarbeiter , CUCCIA u. Mitarbeiter , DICK , DUTREIX u. PIERQUIN , GARY - BOBO , GOODMAN u. BALFOUR , KUTTIG u. BECKER , LEGRE , VIELBERG u. SCHNEPPER)

4 Felder , 2 schräg ventrale und 2 schräg dorsale (BURAGGI , DUTREIX u. PIERQUIN , FRANK , GARY - BOBO , HERRMANN u. AHLENDORFF , LE = GRE , SIEBER)

4 Felder , 1 ventrales, 1 dorsales und 2 laterale (GARY - BOBO , LEGRE)

5 Felder , 1 ventrales, 2 schräg dorsale und 2 laterale (COLIEZ)

Als Varianten der Stehfeldbestrahlung haben BECKER , KUTTIG und FRISCHBIER die Bestrahlung mit dem "negativen" Sieb angegeben. Die Vorteile sind eine Entlastung der Ober = fläche und eine homogene Herddurchstrahlung. Angelegt wer = den 3 Felder, 1 ventrales mit "negativem" Sieb und 2 schräg dorsale mit positivem Sieb.

Bei der Bewegungsbestrahlung steht die Pendelbestrah = lung mit einem Pendelwinkel von meist 240 - 270° an erster Stelle. Bei Pendelwinkeln von mehr als 180° wird hier die

Oberfläche weitgehend geschont, und auch der Herd wird in der Tiefe relativ homogen durchstrahlt (BLAKE , BURAGGI u. Mitarbeiter , FRIEDMAN , FRANKE , GARY - BOBO , KUTTIG u. BECKER , LEGRE , PISANI u. Mitarbeiter , STAPLETON).

Bei einer Variation der Pendelbestrahlung, der exzen = trischen Pendelbestrahlung, wird um 2, mehrere Zentimeter auseinanderliegende Achsen gependelt (COLIEZ , KUTTIG u. BECKER).

Auch die Rotationsbestrahlung, eigentlich eine Pendelung um einen Winkel von 360^{o} , findet bei der Bestrahlung des Harnblasenkarzinoms Anwendung (BROWNE u. OGDEN , BURRELL , CRIGLER u. GUINN , GARY - BOBO , JONES , MILLER , RUBIN u. BURAN , RUSCHE u. JAFFE , SMITHERS , SWINNEY , TRUMP u. Mitarbeiter , WATSON u. CAMPBILL).

Neben dieser Telekobalttherapie hat sich auch die Mega = volttherapie mit Umlauf - und Linear - Beschleunigern durch die Entwicklung immer leistungsfähigerer Bestrahlungsgeräte günstig entwickelt. Meist wurden ultraharte Röntgenstrah = len angewandt, deren Energien in den letzten Jahren paral = lel zu dem Leistungsvermögen der Teilchenbeschleuniger an = gestiegen sind. Das 42 MeV - Betatron der Siemens - Reiniger - Werke ist heute das Gebrauchsgerät mit der höchsten Ener = gieleistung, die gleichzeitig auch in der Nähe des thera = peutisch nutzbringenden Optimums von 50 MeV liegt (WALTER).

Wie bei der Telekobaltmethode sind auch hier mehrere Steh = felder sowie die Bewegungsbestrahlung in geringem Umfang in Gebrauch :

1 Feld , 31 MeV , ventral (POPPE)

2 Felder , 22, 33, 35 MeV , ventral und dorsal (FLETCHER , HELLRIEGEL , UHLMANN)

2 Felder , 22 MeV , schräg ventral (MILLER)

3 Felder , 2 MeV , 1 ventrales und 2 schräg dorsale (DICK , MILLER)

4 MeV , ventral (FRANK)

22 MeV , 1 ventrales und 2 laterale (COLIEZ u. Mitarbeiter)

4 Felder , 22 MeV , 1 ventrales, 1 dorsales und 2 late = rale (FLETCHER , MILLER)

Pendelbestrahlung und Rotationsbestrahlung mit 2 MeV und mit 15 MeV (FRIEDMAN , MUZII)

Die Anwendung des Betatrons zur Therapie mit schnellen Elektronen wurde erst von wenigen Autoren (BECKER , HELL = RIEGEL) beschrieben, da die mangelnde Tiefenwirkung der Elektronen ungünstig erschien und sie mehr für die Ober = flächentherapie und für weniger tief gelegene Herde in Betracht kamen.

Bei der Bestrahlung des Blasenkarzinoms, eines fast bis in die Beckenmitte reichenden Karzinoms, hat also die An = wendung schneller Elektronen wenig Berücksichtigung ge = funden. Daher wurden an Hand von vergleichenden Messungen in der Radiologischen Klinik der Universität des Saarlan = des in Homburg/Saar am 42 MeV - Betatron der Siemens - Reiniger - Werke und am Gammatron der Siemens - Reiniger - Werke mehrere Isodosenkurven ermittelt und zur Diskussion gestellt.

Die Messung wurde in dem homogenen, ovalen Wasserphan = tom der Physikalisch - Technischen - Werkstätten Pychlau (PTW), Freiburg/Brsg, mit einem Duplex - Dosimeter der gleichen Firma vorgenommen. Mit der Mikromeßkammer wurde dabei jeweils im Abstand von 1 cm ein Raster von 18 cm Länge und 10 cm Breite in einer Beckenhälfte ausgemessen.

Als Herd (= Blasenhinterwand) wurde bei allen Mes = sungen ein Wert von 8 cm Tiefe angenommen (aufgerundeter Mittelwert der mittels Luftfüllung röntgenologisch ermit = telten Blasenlage der im Zeitraum 1968 - 1969 im Univ.- Strahleninstitut in Homburg/Saar bestrahlten Patienten mit Harnblasenkarzinom).

Vor jeder Messung wurden die Mikromeßkammer und das Duplex - Dosimeter an einem standardisierten Radium -

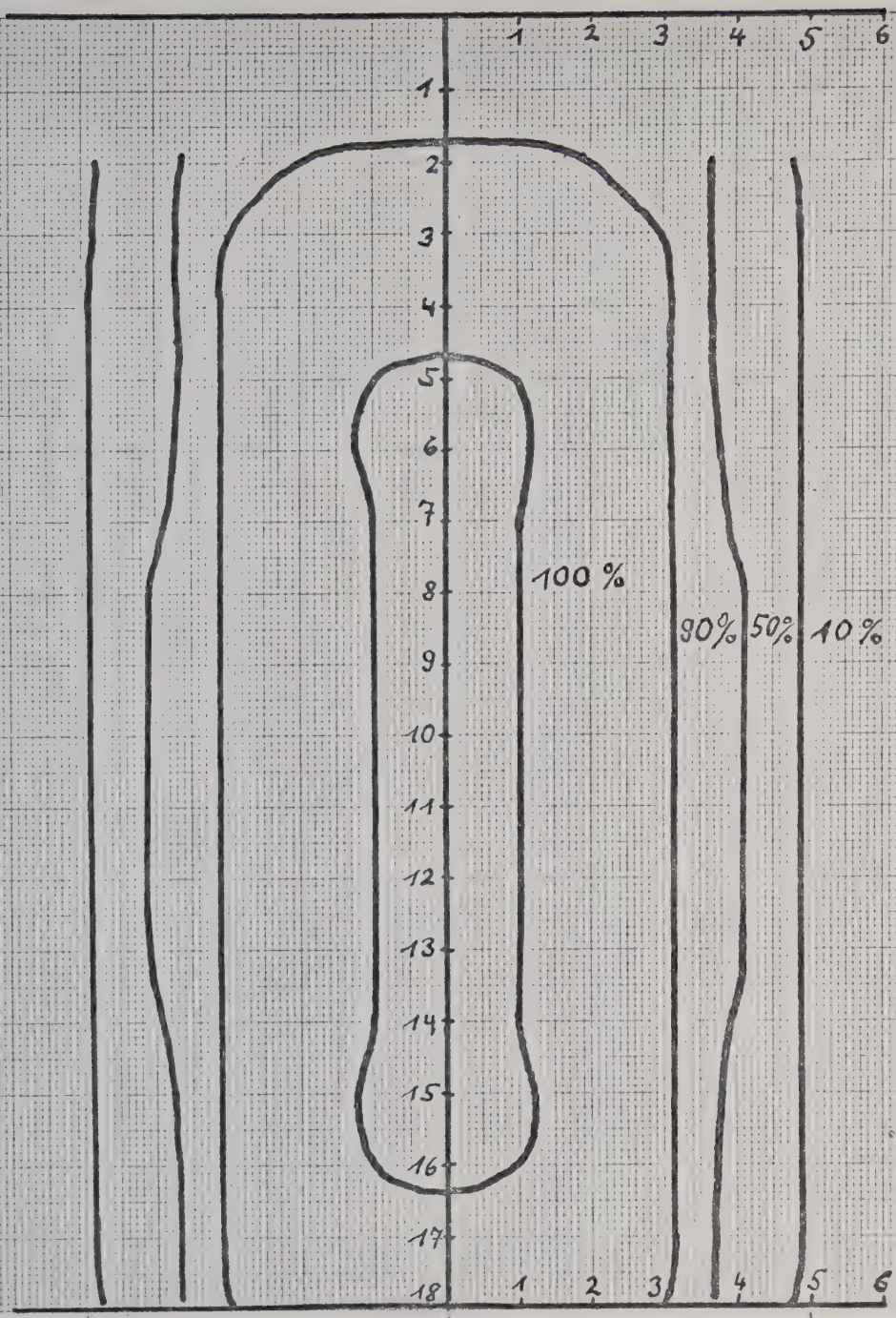
1. Messung : 25 MeV - Gamma - Gegenfelder

Bei der ersten Messung wurde das wassergefüllte Becken = phantom mit einer Energie von 25 MeV - Gamma - Strahlen des Siemens - 42 MeV - Betatrons bestrahlt. Auf ein Feld von 8 x 12 cm wurde bei einem FHA von 120 cm, dem Ausgleichs = körper 1 und einer Monitorvorwahl 454 eine Dosis von 250 R ins Dosismaximum eingestrahlt. Die sich ergebenden Dosis = werte wurden addiert zu den Werten, die sich bei einer Um = rechnung dieses 8 x 12 cm großen ventralen Feldes in ein 8 x 12 cm großes dorsales Feld unter gleichen Einstrah = lungsbedingungen ergaben. Die ermittelten Isodosiskurven zeigt Abbildung 1 .

Es zeigt sich eine praktisch quer durch das Becken ver = laufende homogene Dosisverteilung. Das homogen durchstrahl = te Feld (90 % - Isodose) beginnt ungefähr 1,7 cm unter = halb der Phantomoberfläche, dehnt sich nach lateral 3 cm vom Zentralstrahl aus und fällt dann nach der Seite hin sehr steil ab. In 5 cm seitlich vom Zentralstrahl beträgt die Dosis über die ganze Phantomtiefe hin nur noch 8 % des Dosismaximums. In 7 cm seitlich vom Zentralstrahl ist keine Dosis mehr meßbar.

Die Blasenhinterwand in 8 cm Tiefe wird im Zentrum von der 100 % - Isodose, nach lateral von der 90 % - Isodose, also fast vom Dosismaximum erfaßt, nur über einen Durch = messer von 6 cm hinaus wird sie nach der Seite hin unge = nügend durchstrahlt.

Die Oberflächendosis - gemessen wurde hier wie bei den Werten der folgenden Meßreihen in 2 cm Tiefe (Grund : Durch die Dicke der Phantomwand (ca. 1,5 cm), der Hal = terung der Mikromeßkammer (ein Plexiglasrohr, aus dessen Ende der kopf der Meßkammer frei herausragt) und der Meß = kammer selbst befindet sich der am weitesten ventral gele = gene Meßpunkt in 2 cm Tiefe unter der Phantomoberfläche) - beträgt im Zentralstrahl 91,7 % des Dosismaximums.


1 2 3 4 5 6
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
100 %
90%
50%
10 %
1 2 3 4 5 6

Auf die Harnblase bezogen würden diese Werte eine homo = gene Durchstrahlung bedeuten - das Rektum aber würde un = verhältnismäßig hoch belastet werden (97 - 100 %), eben = so liegt die Oberflächendosis mit 91,7 % äußerst hoch. Auch der seitliche Dosisabfall wäre nur für eine kleine Blase bzw. für einen Tumor mit geringer Ausdehnung geeig = net, bedeutet aber gleichzeitig eine Schonung des umgeben = den gesunden Gewebes.

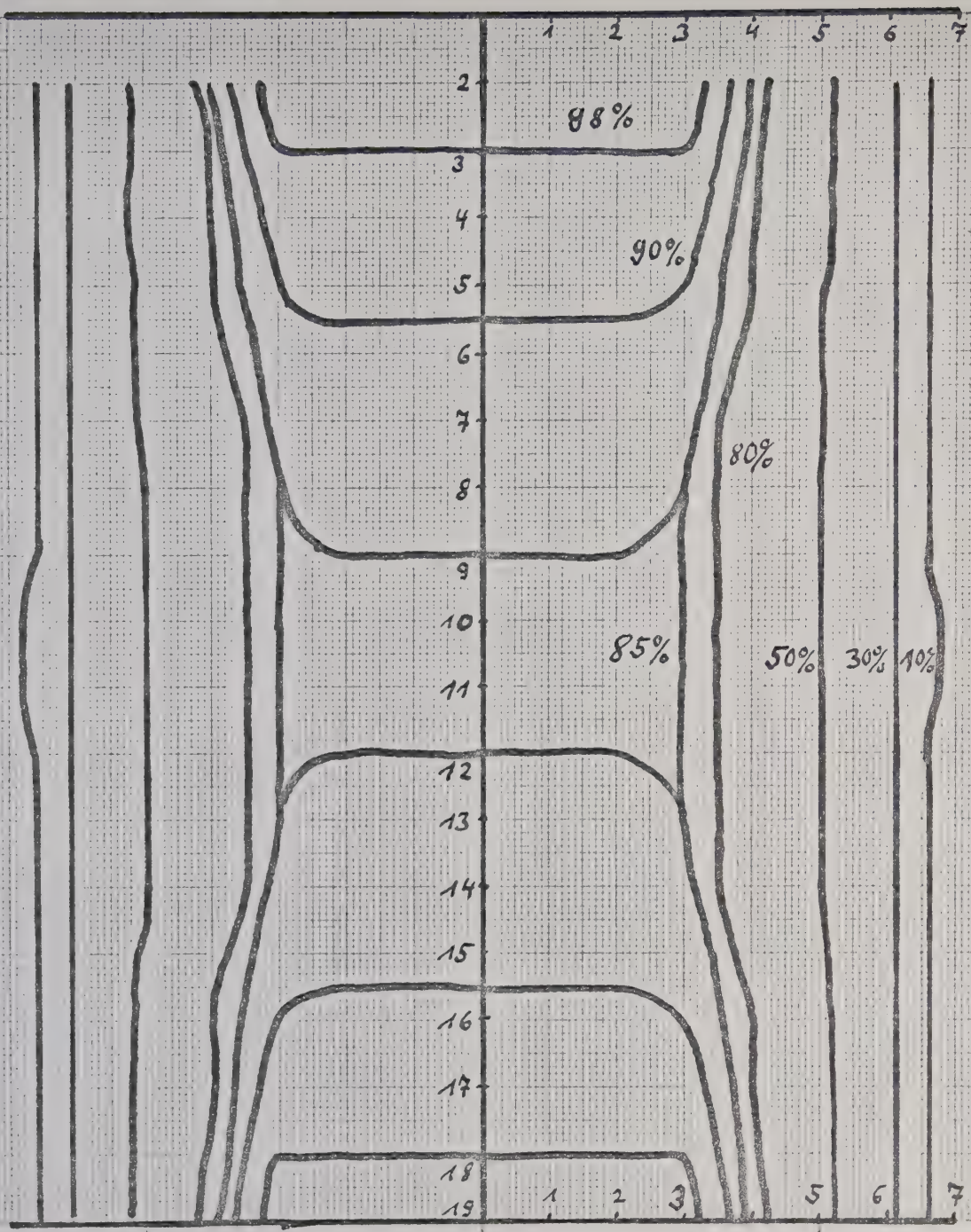
Angewandt wurde diese Methode von FLETCHER , HELLRIEGEL und UHLMANN. Die Ergebnisse zeigten eine komplikations = lose Abheilung ohne Miktionsbeschwerden mit einer 3 - Jah = res - Überlebensrate von 60 % (HELLRIEGEL).

2. Messung : Telekobalt - Gegenfelder

Im Vergleich zu den 25 MeV - Gegenfeldern wurden auch am Siemens - Gammatron Telekobalt - Gegenfelder ausgemes = sen. Bei einem FHA von 60 cm wurde am Beckenphantom ein Feld von 8 x 12 cm für jeweils eine Meßdauer von 2'38" bestrahlt. Dabei ergab sich ein Wert von 250 R im Dosis = maximum. Die ermittelten Isodosen zeigt Abbildung 2 .

Bei dieser Messung lagen die Dosismaxima an der ven = tralen und an der dorsalen Phantomoberfläche (Einschrän = kung s.o.). Bis zur Mitte des Phantoms fiel dann die Do = sis von ventral und dorsal her bis auf 85% des Dosismaxi = mums ab. Diese relativ homogene Durchstrahlung lag auch noch 3 cm seitlich vom Zentralstrahl vor. Dann fiel die Dosis nach der Seite hin gleichmäßig ab - in 5 cm seit = lich vom Zentralstrahl betrug die Dosis in 8 cm Tiefe = Herdtiefe noch 53% und stieg bis zu der ventralen bzw. dor = salen Oberfläche nur bis auf 55% an. In 6 cm seitlich vom Zentralstrahl betrug die Dosis noch 31%. In 9 cm seit = lich vom Zentralstrahl war die Dosis über die ganze Phan = tomtiefe hin auf 3,9% abgesunken.

Im Herd selbst wurden im Zentralstrahl 86,5% des Dosis =


1 2 3 4 5 6 7
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
88%
90%
80%
85%
50%
30%
10%
1 2 3 5 6 7

maximums gemessen. Nach der Seite hin war der Dosisabfall weniger steil als bei der vorhergehenden Messung.

Der Dosisverlauf im Ganzen gesehen ist relativ ungünstig, da die höchste Belastung jeweils an der ventralen und dor = salen Oberfläche liegt und der Herd selbst im Zentralstrahl die niedrigste Dosis erhält - weniger z.B. als das Rektum, das eigentlich geschont werden sollte.

Die therapeutisch noch wirksame Dosis von 75% (WALTER) lag in Herdtiefe 4 cm seitlich vom Zentralstrahl, könnte also nach der Seite hin eine Harnblase noch homogen durch = strahlen.

In Arbeiten über diese Methode wies auch GYENES auf den ungünstigen Dosisverlauf hin und BIHHNER wollte diese Me = thode nur zur palliativen Bestrahlung anwenden.

3. Messung : 35 MeV - Elektronen mit 2 schrägen ventralen Feldern

Bei der nächsten Stehfeldbestrahlung wurden in das Bek = kenphantom Elektronen von 35 MeV kinetischer Energie ein = gestrahlt. Dabei wurden zwei um jeweils 45^{o} gegen den Zen = tralstrahl gekippte ventrale Felder von 8 x 12 cm (mit Tu = bus) bei einem FHA von 120 cm und der Ausgleichsfolie 3 angewandt. Die Monitorvorwahl von 32 Sprüngen ergab 200 R im Dosismaximum. Die gemessenen Isodosen sind in Abbildung 3 zu sehen.

Das Maximum der Dosisverteilung liegt diesmal in 5 cm Tiefe. Die weiteren Isodosen legen sich schalenförmig um dieses Zentrum herum mit einer Ausziehung nach ventro - lateral in Richtung auf die um 45^{o} gekippten Zentralstrah = len. Die Dosis fällt zur ventralen Oberfläche hin sehr steil ab - in 2 cm Tiefe liegen nur noch 19% des Dosis = maximums. Nach dorsal hin fällt die Dosis langsamer ab, in 16 cm Tiefe ist aber schon keine Dosisleistung mehr meßbar. Der seitliche Abfall ist in 8 cm Tiefe (= Herd = tiefe) weniger stark - in 5 cm seitlich von der Mittel =

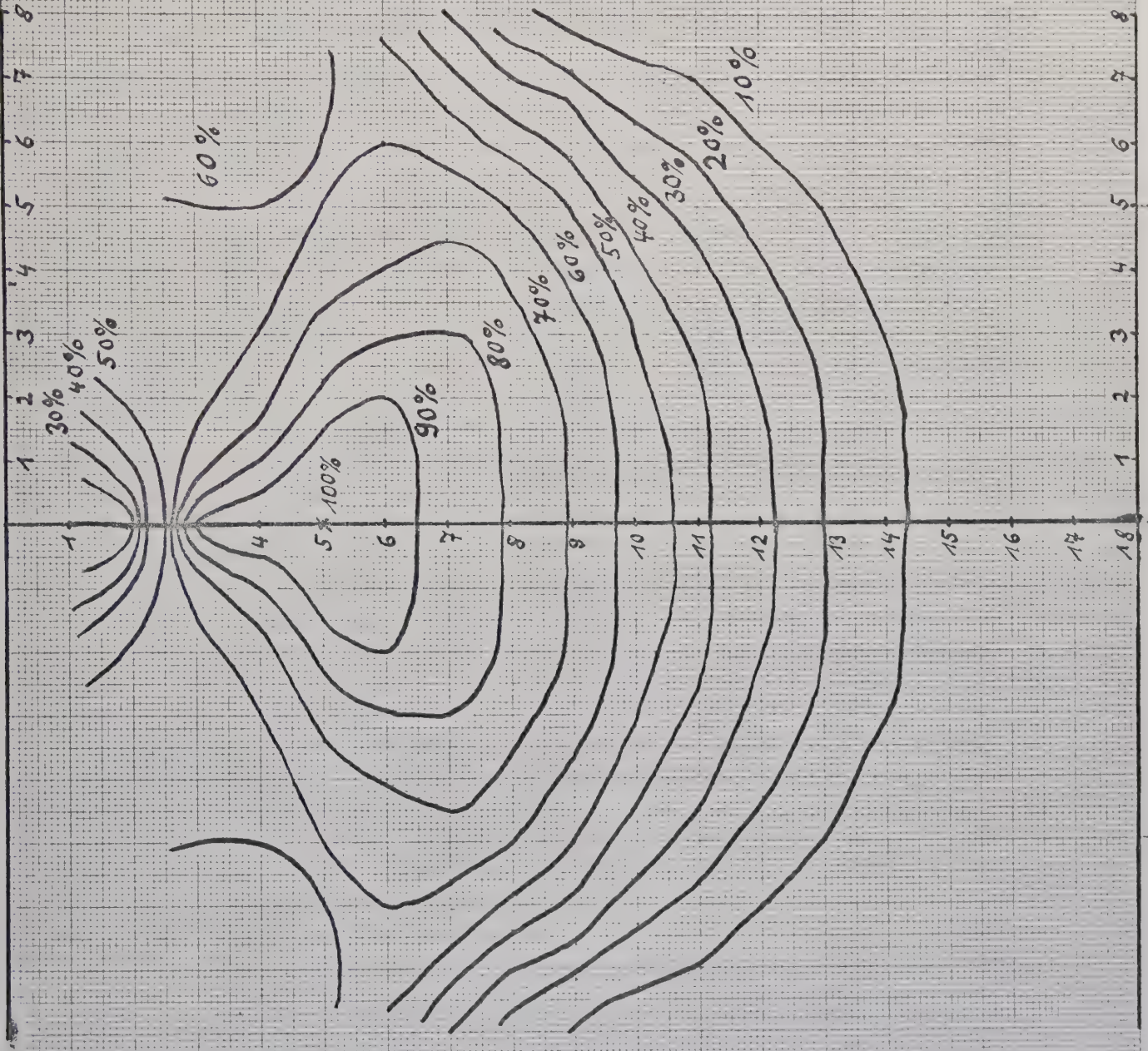


ABBILDUNG 5

2 zentrale Schr[illegible]felder (65°) [illegible] eV - Elektronen
Hauptfeldgröße : 8 x [illegible] cm ; Rö : [illegible] cm ; Folie : [illegible] ; Positivvolt[illegible]

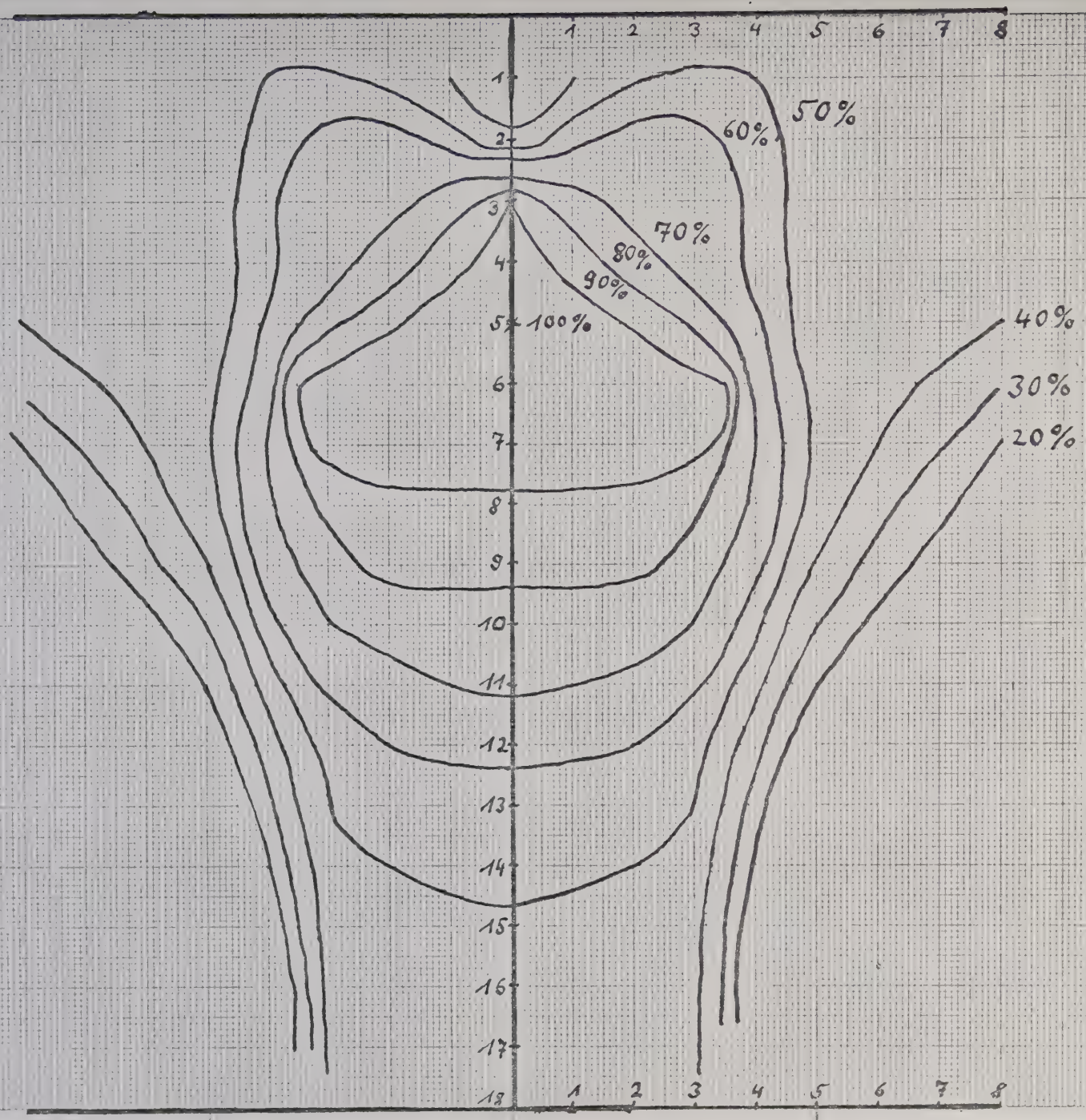
linie beträgt hier die Dosis noch 60%. Die Herddosis in der Mittellinie selbst beträgt 76,9%. In 7 cm seitlich davon liegt noch die 29% - Isodose. Die größte Isodosen = ausziehung liegt in 4 - 5 cm Tiefe, die 60% - Isodose liegt hier in 7 cm seitlich der Mittellinie.

Auf die Blase bezogen bedeuten diese Dosisverteilun = gen, daß die Blasenhinterwand innerhalb des therapeutisch wirksamen Bereiches von 75% des Dosismaximums liegt, auch nach der Seite hin liegt eine gute Ausstrahlung vor. Das Rektum wird nur ganz unbedeutend belastet, und die ven = trale Oberfläche erhält nur 19% der maximalen Dosis. Die dorsale Oberfläche bleibt völlig unbelastet. In Richtung auf die beiden Zentralstrahlen steigt die Dosis an der ventro - lateralen Oberfläche aber noch auf 61% an.

4. Messung : 35 MeV - Elektronen mit 2 schrägen ventralen Feldern und 25 MeV - Röntgenstrahlen als 1 dorsales Feld

Um die Durchstrahlung des Herdes nach der Tiefe hin ein wenig zu homogenisieren und auch um die ventro - laterale Oberfläche zu entlasten, wurde zusätzlich zu den zwei schrägen ventralen Elektronenfeldern ein wei = teres 8 x 12 cm großes dorsales Feld mit 25 MeV - Rönt = genstrahlen angelegt. Bei einem FHA von 120 cm und mit dem Ausgleichskörper 1 wurden bei einer Monitorvorwahl von 454 Sprüngen 250 R ins Dosismaximum eingestrahlt. Die gemessenen Isodosen zeigt Abbildung 4 .

Auch diesmal lag das Dosismaximum in 5 cm Tiefe, al = lerdings war der Abfall nach den beiden Oberflächen hin weniger steil als bei den zwei schrägen ventralen Fel = dern allein. An der dorsalen Oberfläche (in 2 cm Tiefe) lagen noch 43 % der maximalen Dosis (im Zentralstrahl). Auch diesmal lag eine Verziehung der Isodosen nach ven =


1 2 3 4 5 6 7 8
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
1 2 3 4 5 6 7 8
50%
60%
70%
80%
90%
100%
40%
30%
20%

tro - lateral vor, sodaß die höchste Oberflächenbelastung mit 63% 2 und 3 cm lateral von der Mittellinie lag. In der Mittellinie selbst erhielt die Oberfläche nur 42% der maxi = malen Dosis. Der Herd in 8 cm Tiefe lag mit 88,2% in einer günstigeren Isodose als bei der vorhergehenden Messung. In 5 cm seitlich von der Mittellinie lagen in Herdtiefe noch 43% , in 4 cm seitlich noch 68% und in 7 cm seitlich nur noch 20% der maximalen Dosis. Der seitliche Dosisabfall war also stärker als bei der vorhergehenden Methode.

Zusammenfassend betrachtet liegt auch diesmal die Blase mit 88% in einem wirksamen Dosisbereich, wird aber nach der Seite hin nicht so gut ausgestrahlt (bis auf einen Querdurchmesser von 8 cm). Die ventro - laterale Ober = fläche, die dorsale Oberfläche und das Rektum erhalten noch relativ hohe Dosen. Die zusätzliche Anwendung des dorsalen Feldes mit ultraharten Röntgenstrahlen hat al = so nicht die erwartete Verbesserung erbracht.

Neben diesen Stehfeldbestrahlungen wurden von mehreren Autoren die verschiedenen Arten der Bewegungsbestrahlung angegeben. Besonders die Pendelbestrahlung mit dem Gamma = tron gehört heute zu den anerkannten Methoden, während die Elektronenpendelbestrahlung der Harnblase noch keine kli = nische Anwendung gefunden hat.

5. Messung : Pendelbestrahlung mit dem Gammatron

Um Vergleiche anstellen zu können, wurde zuerst mit dem Telekobaltgerät bei einer Achsenfeldgröße von 8 x 12 cm und einem Pendelradius von 60 cm gemessen. Die Pendelach = se lag in 8 cm Tiefe, und der Pendelwinkel von 230^{0} wurde bei jeder der 3 Minuten langen Messungen bei einer Pendel = geschwindigkeit von 306^{0}/ min. viermal vom Zentralstrahl überstrichen. Die gemessenen Isodosen zeigt Abbildung 5 .

Die Isodosen zeigen die erwartete, fast konzentrische

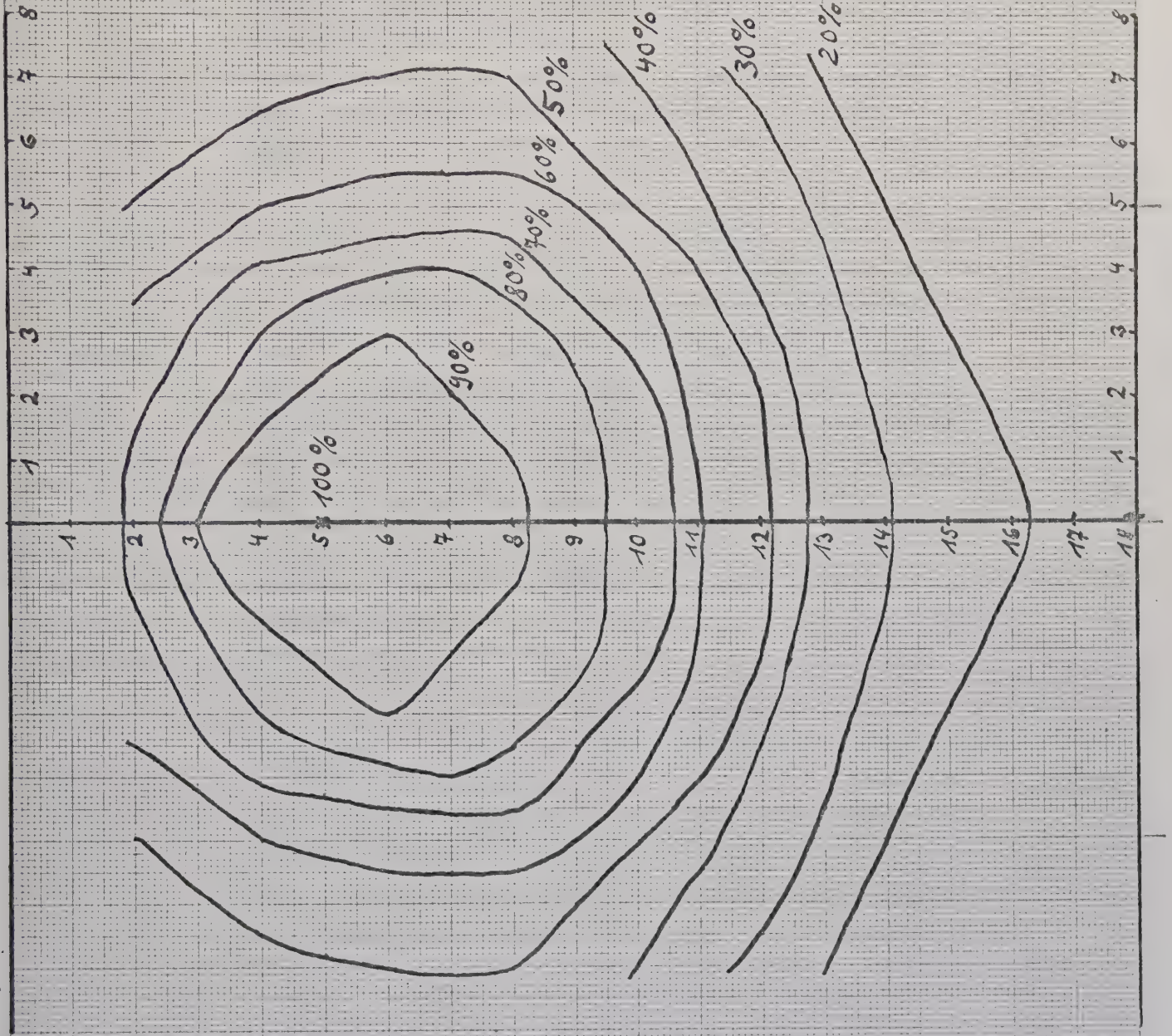


Abbildung 5

Pendelbestrahlung mit Kobalt - 60

Pendelwinkel : 250° Pendelradius : 80 cm Pendeltiefe : 15 cm

Achsenfeldgröße : 8 x 12 cm Pendelgeschwindigkeit : [illegible]

Dosisverteilung um ein Dosismaximum, das bei dieser Mes = sung in 5 cm Tiefe lag. Die 90% - Isodose erstreckte sich von 3 cm bis 8 cm Tiefe und lag seitlich maximal 3 cm von der Mittellinie entfernt. Nach allen Seiten hin war der Dosisabfall nicht sehr steil - in 5 cm seitlich von der Mittellinie in 8 cm Tiefe lagen noch 65,7% der maxima = len Dosis, in 7 cm seitlich lag noch die 49% - Isodose. Die "Oberflächendosis" in 2 cm Tiefe betrug noch 74%, in 16 cm Tiefe lag im Bereich der Mittellinie die 20% - Iso = dose, und an der dorsalen Oberfläche lag die 10% - Iso = dose.

Die Blase wird also bis zu einem Querdurchmesser von 6 cm homogen von der 90% - Isodose umschlossen. Die ven = trale Oberfläche wird mit 74% noch sehr hoch belastet, das Rektum erhält aber nur noch 20 - 30% der maximalen Dosis. Wenn man von dieser noch hohen Oberflächendosis absieht, die sich ja durch Vergrößerung des Pendelwin = kels bis eventuell auf 360^{0} oder auch durch Tieferlegung der Pendelachse noch senken läßt, wäre die Dosisverteilung bei der Telekobaltpendelung ausgezeichnet. Das zeigt ja auch die Tatsache, daß diese Methode heute so weit ver = breitet ist.

6. Messung : Pendelbestrahlung mit 30 MeV - Elektronen

Um nun aber auch die Möglichkeiten des 42 MeV - Beta = trons zur Strahlenbehandlung der Harnblase voll auszunüt = zen, wurde auch mit 30 MeV - Elektronen ein Pendelversuch unternommen. Die Achsentiefe wurde wegen der relativ ge = ringen Eindringtiefe der Elektronen nach mehreren Vormes = sungen auf 12 cm Tiefe festgelegt; als Pendelwinkel wur = den 90^{0} gewählt, d.h. 45^{0} nach jeder Seite, um mögliche Verzerrungen der Isodosen durch die Beckenschaufeln zu vermeiden, die ja dann die Meßergebnisse des homogenen Wasserphantoms zu stark von der Realität abweichen ließen. Gependelt wurde ohne Tubus mit einem Pendelradius von 120 cm,

mit Folie 2 bei einer Achsenfeldgröße von 4,3 x 16 cm (die Blende senkrecht zum Sollkreis wurde maximal ge = schlossen). Als Monitorvorwahl wurden 500 Sprünge genom = men, um bei der konstanten Pendelgeschwindigkeit des Be = tatrons eine möglichst große Anzahl von Pendelbewegungen während der Bestrahlungszeit zu erhalten und damit Dosis = leistungsschwankungen möglichst auszugleichen. Das Ergeb = nis der Messungen zeigt Abbildung 6 .

Das Dosismaximum lag genau im Herd in 8 cm Tiefe, die Isodosen legten sich fast trapezförmig (mit der Basis zur Oberfläche) um dieses Maximum herum. Nach der Tiefe und nach den Seiten hin war der Dosisabfall sehr steil. In 8 cm Tiefe 5 cm seitlich der Mittellinie verlief die 33% - Isodose, 7 cm seitlich der Mittellinie die 10% - Isodose. In 2 cm Tiefe in der Phantomachse lag die 51% - Isodose, in 14 cm Tiefe die 11% - Isodose. Die Isodosen waren des kleinen Pendelwinkels wegen nach ventro - la = teral ausgezogen.

Die Blase befindet sich auch diesmal genau im Dosis = maximum, wird aber wegen des steilen seitlichen Dosis = abfalles nicht mehr so homogen durchstrahlt wie bei der Telekobaltpendelung. Die Oberfläche und das Rektum wer = den bei dieser Methode nur sehr gering belastet.

Wenn man noch durch Vergrößerung des Pendelwinkels oder durch Verlagerung der Pendelachse eine Verbreiterung der 75% - Isodose in der Tiefe erreichen könnte, dann wäre die Pendelbestrahlung mit schnellen Elektronen eine diskutable Methode zur Behandlung des Blasenkarzinoms.

7. Messung : Pendelbestrahlung mit 35 MeV - Elektronen

An der durch die sechste Messung erhaltenen Isodosen = kurve stört noch die ungenügende seitliche Ausstrahlung in der Tiefe des Phantoms. Daher wurden mehrere Meßver = suche unternommen, die schließlich zeigten, daß bei der

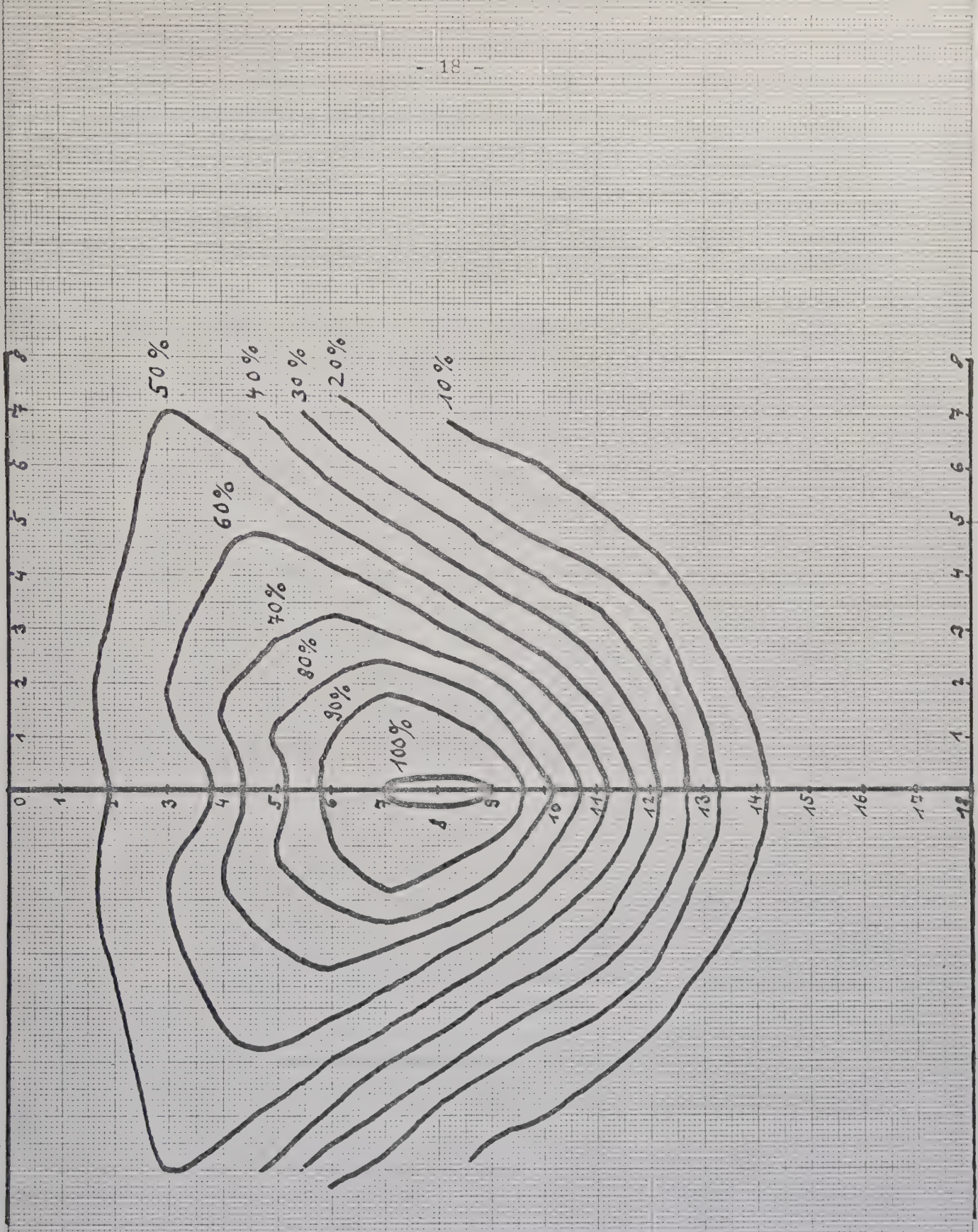


Abb. III.3.6-6

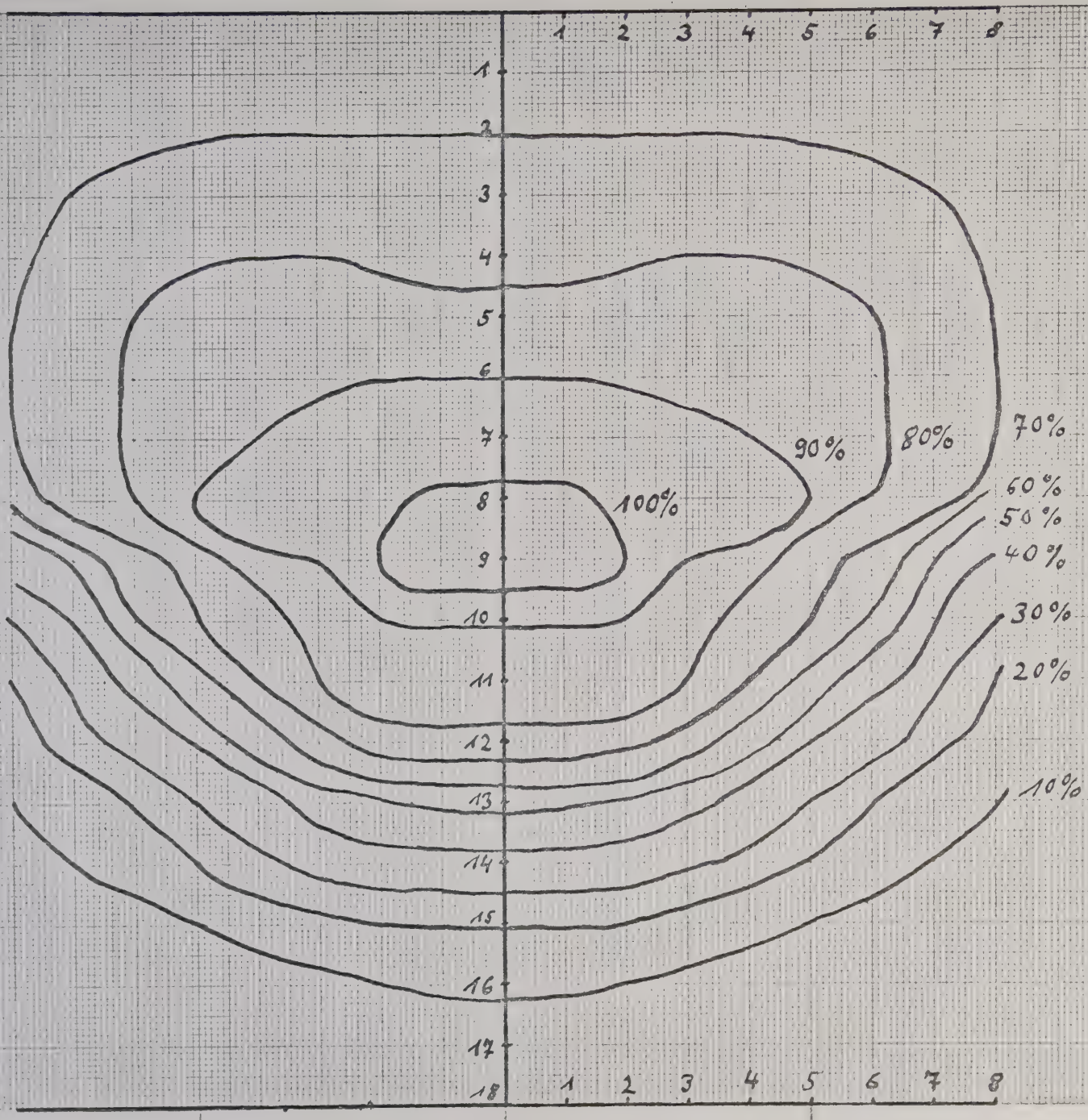
Perlonbestrahlung mit 30 keV - Elektronen
Perlonwinkel : 60° Perldicke : 1,5 e[illegible]
Wand in Perl : 4,5 x 16 cm Dose : 2

Elektronenbestrahlung nicht wie z.B. bei der Bestrahlung mit ultraharten Röntgenstrahlen eine Vergrößerung des Pendelwinkels genügt, um den Herd in der Tiefe besser auszustrahlen. Auch eine Änderung der Feldgröße erwies sich nicht als erfolgreich. Schließlich wurde die Pendel = achse bei einem Pendelradius von 120 cm in 20 cm Tiefe ge = legt. Bei einer so tief gelegenen Achse brauchte der Pen = delwinkel nicht erhöht zu werden, es zeigte sich sogar, daß bei einem Pendelwinkel von 80° das beste Ergebnis er = zielt wurde. Die Energie wurde schließlich um 5 MeV auf 35 MeV erhöht. Gependelt wurde mit Folie 0 und einem Feld, das in Sollkreisebene maximal geöffnet und senkrecht da = zu maximal geschlossen war (4,3 x 17,8 cm im Herd). Bei einer Monitorvorwahl von 200 Sprüngen wurde die Do = sisleistung so konstant gehalten, daß bei der konstan = ten Pendelgeschwindigkeit des Betatrons 4 Pendelbewegun = gen in der Bestrahlungszeit erzielt wurden. Genau wie bei der vorhergehenden Messung wurde ohne Tubus gependelt. Das Ergebnis der Messungen zeigt Abbildung 7 .

Das Dosismaximum lag diesmal in 8 und 9 cm Tiefe und erstreckte sich in 9 cm Tiefe bis zu 2 cm seitlich von der Mittellinie. Die Isodosen legten sich, idealisiert betrachtet, ellipsenförmig um das Zentrum. Nach der Tie = fe hin war der Dosisabfall wie bei der vorhergehenden Mes = sung sehr steil. Die 50% - Isodose lag in 13,2 cm Tiefe, die 20% - Isodose in 15,1 cm Tiefe.

Der seitliche Dosisabfall war erheblich geringer als bei der 30 MeV - Pendelbestrahlung; in 5 cm seitlich von der Mittellinie lag in 8 cm Tiefe die 90% - Isodose. In derselben Tiefe lag 7,5 cm seitlich der Mittellinie die 70% - Isodose.

Nach der ventralen Oberfläche hin fiel die Dosis dies = mal etwas weniger steil ab - die 90% - Isodose reichte in der Mittellinie bis 6 cm Tiefe, die 80% - Isodose bis 4,5 cm Tiefe. In 2 cm Tiefe lag die 70% - Isodose.


1 2 3 4 5 6 7 8
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
1 2 3 4 5 6 7 8
90%
80%
70%
100%
60%
50%
40%
30%
20%
10%

Die vorher aufgetretene ventro - laterale Ausziehung der Isodosen war nicht vorhanden. Die therapeutisch noch wirksame 70% - Isodose umschloß ein Queroval von 16 cm Längsdurchmesser und 9,6 cm Querdurchmesser.

Auch bei dieser Bestrahlungsanordnung liegt die Bla = senhinterwand im Dosismaximum, die 80% - Isodose wird aber diesmal bis zu einem Querdurchmesser von 12 cm aus = geweitet. Wie bei den anderen Bestrahlungen mit schnellen Elektronen wird auch jetzt das Rektum wieder nur sehr ge = ring belastet (es liegt im Bereich von weniger als 50% des Dosismaximums), die Oberflächenbelastung hat sich mit 70% (in 2 cm Tiefe) ein wenig erhöht.

Im ganzen gesehen ist es aber jetzt durch die Tiefer = legung der Pendelachse gelungen, eine relativ homogene Durchstrahlung der Blase bis in die Tiefe hinein zu er = reichen unter Schonung des umgebenden gesunden Gewebes.

Diskussion der Meßergebnisse

Die angeführten Meßergebnisse zeigen deutlich, daß die schnellen Elektronen auch in der Tiefentherapie eingesetzt werden können, da sie in Tiefen bis zu 10 cm noch thera = peutisch wirksam sind.

Der Vorteil der Elektronen liegt eben in der offen = sichtlichen Entlastung der ventralen Oberfläche des be = strahlten Körpers und in der Schonung gesunder, in der Tiefe liegender Gebilde, so des Rektums und der dorsalen Oberfläche, die bei den herkömmlichen Verfahren, die Be = wegungsbestrahlung ausgenommen, immer noch stark belastet werden. Auch die Homogenität der Strahlung in der Tiefe, die bei den herkömmlichen Verfahren durch die gleich = mäßige Durchstrahlung des ganzen Körpers schon gegeben ist, läßt sich gut durch die oben angegebene Bestrahlungs = anordnung erzielen.

Die einzelnen Meßergebnisse machen deutlich, daß schon zwei ventrale Stehfelder allein eine Harnblase (oder natürlich auch ein anderes Organ gleicher Lage) bis ungefähr 9 cm Tiefe und mit ungefähr 9 cm seitli = chem Durchmesser und 6 cm Längsdurchmesser ausreichend durchstrahlen können mit weitgehender Entlastung umge = benden gesunden Gewebes und der Oberfläche des bestrahl = ten Körpers. Diese Tatsache, daß in der Peripherie ein so steiler Dosisabfall herrscht, verbietet natürlich die Anwendung bei Blasenkarzinomen mit Lymphknotenmetastasen. Diese speziellen Werte sollen natürlich keine absoluten Größen darstellen, sondern sie lassen sich durch Ände = rung der Bestrahlungsanordnung den individuellen Verhält = nissen noch besser anpassen.

Dasselbe gilt für die Pendelung mit schnellen Elek = tronen. Herde bis 12 cm Tiefe, aber mit einer Ausdehnung bis zu 13 cm seitlichem Durchmesser und 8,5 cm Längs = durchmesser können wieder gut durchstrahlt werden. Durch

den steilen Dosisabfall von diesem Zentrum aus werden Peripherie und Rektum sowie die Oberfläche bei der Pendelbestrahlung weitgehend geschont. Die Pendelachse muß nur tief genug gelegt werden, um bei dem kleinen Pendelwinkel eine zufriedenstellende Isodosenform zu erhalten. Andere Änderungen der Bestrahlungsanordnung, wie Vergrößerung des Pendelwinkels, Variationen der Feldgröße und Einschieben verschiedener Folien allein brachten auch in verschiedenen Kombinationen nicht den erwünschten Erfolg.

Die Elektronentherapie der Harnblase bietet also anderen Methoden gegenüber die Entlastung der Oberfläche schon bei der Stehfeldbestrahlung (höchstens 50 - 70% des Dosismaximums gegenüber mehr als 80% bei den meisten anderen Verfahren), ebenso den steilen Dosisabfall hinter dem Herd, was z.B. am Rektum unerwünschte Bestrahlungsreaktionen vermeiden hilft. Daneben werden auch die seitlichen Anteile des bestrahlten Körpers und die dorsale Oberfläche bei der Elektronentherapie, besonders bei der angegebenen 35 MeV - Pendelung stark entlastet.

Wie sich nun diese rein theoretisch erörterten Vorteile in der Praxis auswirken, das wird die klinische Anwendung der Elektronentiefentherapie beim Harnblasenkarzinom zeigen. Die hierfür zu empfehlende Methode ist u.E. die schon oben genau beschriebene Pendelung mit einer Elektronenenergie von 35 MeV.

Zusammenfassung

Es wird gezeigt, daß eine Pendelbestrahlung der Blase mit schnellen Elektronen einer kinetischen Energie von z.B. 35 MeV durchaus möglich ist. Die Bestrahlungsbedingungen werden im einzelnen erläutert, die mit dieser Methode am Phantom gemessenen Tiefendosiswerte werden in Form von Isodosenkurven veranschaulicht. Einleitend wird ein Überblick über die bereits veröffentlichten Methoden der Strahlentherapie des Harnblasen - Karzinoms gegeben. Zu einzelnen Methoden werden durch eigene Messungen Isodosenkurven erstellt und mit denen der bei der Elektronenpendelbestrahlung gewonnenen verglichen bzw. diskutiert.

LITERATURVERZEICHNIS :

1. BAKER, R., T.KELLY, T.TEHAN, C.PUTNAM and E.BEAUGARD : Subtotal cystectomy and total bladder regeneration in treatment of bladder cancer. J.Amer.med.Ass. 168 (1958): 1178-1185

2. BECKER, J.: Die Strahlenbehandlung des Blasenkarzinoms. Strahlenth. 101 (1956): 208-216

3. BECKER, J.: Klinische Erfahrungen mit ultraharten Röntgenstrahlen und schnellen Elektronen. Strahlenth. 106 (1958): 85-95

4. BECKER, J. u. K.E.SCHEER : Neue Gesichtspunkte zur Strahlenbehandlung des Blasenkarzinoms. Z.Urol. 46 (1953): 161-170

5. BECKER, J. u. G.SCHUBERT : Die Supervolttherapie Thieme - Verlag, Stuttgart 1961

6. BEER, E.: Physical agents in treatment of bladder tumors. Amer.J.Surg. 4 (1928): 113-132

7. BERRY, N.E. and R.C.BURR : Intracavity irradiation of carcinoma of bladder. Canad.med.Ass.J. 75 (1956): 93-97

8. BIRKNER,R. u.G.HINZ : Telegammatherapie der Blasenkarzinome. Berl.Medizin 14 (1963): 553-554

9. BIRKNER, R., G.DIETZ, G.HINZ u. D.PUPPE : Die Mehrfelderbestrahlung von Blasentumoren in der Telekobalttherapie. Strahlenth. 124 (1964): 493-512

10. BIRKNER, R.,G.HINZ, H.KARIMI u. G.POHLE : Ergebnisse bei der Telekobalttherapie des Blasenkarzinoms. Strahlenth. 135 (1968): 129-139

11. BLAKE, D.D.: Radiobiologic aspects of the kidney. The Radiologic Clinics of North America The Urinary Tract (April 1968), Vol III, Number 1

12. BOZOKY, L. u. J.KOBE : Physikalische und klinische Untersuchungen mit Rasterbehandlung. Radiol.clin.(Basel) 24 (1955): 240-254

13. BRADY, L.W. u. G.J.GISLASON : The management of carcinoma of the bladder using supervoltage modalities. Am.J.Roentgenol. 89 (1963): 150-154

14. BREITLING, G.: Physikalische Grundlagen der Siebbestrahlung. Strahlenth. Sonderband 46 (1960): 51-59

15. BRESSEL, M. u. J.SÖKELAND : Diagnose und Therapie der Blasengeschwülste. Chir.Prax. 11 (1967): 79-88

16. BROWNE, H.H. u. R.T.OGDEN : Rotational cobalt 60 therapy of vesicle cancer. Amer.J.Roentgenol. 76 (1960): 107-115

17. BRUNI, D.: La plesioroentgenterapia dei tumori vescicali. Urologia (Treviso) 15 (1948): 207-222

18. BURAGGI, G.L., G.CAR-NEVALI, U.FELCI u. L.RONCORONI : Telecobaltoterapia dei tumori vescicali. Considerazioni pratiche. Tumori (Torino) 45 (1959): 801-822

19. BURKELL, C.C. u. T.A.WATSON : Some observations on the clinical effects of cobalt - 60 telecurie therapy. Amer.J.Roentgenol. 76 (1956): 895-904

20. BUSBY, S.M.: Cobalt beam therapy in primary bladder tumors. A five year review. Canad.J.Surg. 1 (1957): 69-73

21. BUSCHKE, F.,S.T. CANTRIL, H.M.PARKER: Supervoltage Roentgentherapy, S.151-199 Charles C. Thomas, Springfield 1950

22. COLIEZ, R.,B.PEREZ, B.PIERQUIN, J.DU = TREIX, A.DUTREIX, M.TUBIANA : Conditions techniques d'irradiation des cancers de la vessie par la radiothérapie transcutanée de haute énergie. J.Radiol.Electrol. 40 (1959): 67-74

23. COX, R.: Treatment of carcinoma of the bladder. II.Sym = posium. Treatment by 2 MeV X-rays. Brit.J.Radiol. 33 (1960): 480-483

24. CRIGLER, C.M.,L.S. MILLER, G.A.GUINN, H.G.SCHILLACI : Radiotherapy for carcinoma of the bladder. J.Urol.(Baltimore) 96 (1966): 55-61

25. CUCCIA, C.A.,S.JONES, C.M.CRIGLER : Clinical impressions in 100 consecutive cases of carcinoma of the urinary bladder treated by supervoltage. J.Urol.(Baltimore) 79 (1958): 99-109

26. CZERNY, V.: Über Therapie der Krebse.
Münch.med.Wschr. 53 (1911): 1897-1900

27. DEUTICKE, P.: Zur Röntgenbestrahlung des Blasenkarzinoms.
Z.Urol., Sonderh. 1952, 293-298

28. DICK, D.: Carcinoma of the bladder treated by external irradiation.
Brit.J.Urol. 34 (1962): 340-350

29. DUTREIX, J. u. B.PIERQUIN : Ergebnisse nach verschiedenen Dosen bei der Röntgentherapie von Tumoren der Bronchien, der Speiseröhre und der Blase.
Strahlenth. Sonderband 61 (1965): 32-41

30. FERGUSSON, R.S.: Treatment of cancer of bladder by devided doses of roentgen-rays at long distances.
Amer.J.Roentgenol. 36 (1936): 73-78

31. FLETCHER, G.H.: Clinical evaluation of supervoltage roentgentherapy
Acta radiol.,Stockholm,Suppl. 188 (1959): 87-110

32. FRANK, H.G.: The radiological assessment of bladder tumors.
J.Urol. (Baltimore) 92 (1964): 484-489

33. FRANKE, H.: Zur Tiefenmessung und Lokalisation bei Bewegungsbestrahlung.
Strahlenth. 97 (1955): 124-132

34. FRANKE, H. u. E. DIETER : Ergebnisse mit Telekobaltpendelbestrahlung bei infiltrierenden Blasenkarzinomen.
Strahlenth. Sonderband 61 (1965): 127-137

35. FRIEDMAN, M. u. L.G.LEWIS : Irradiation of carcinoma of the bladder by a centra intracavitary radium or cobalt-60 source (The Walter Reed technique).
Amer.J.Roentgenol. 79 (1958): 6-31

36. FRIEDMAN, M.: Supervoltage (2-Mvp) rotation irradiation of cancer of the bladder.
Radiology 73 (1959): 191-208

37. FRISCHBIER, H.J. u. H.KUTTIG : Klinische Erfahrungen in der Therapie mit ultraharten Strahlen.
Radiologe 1 (1961): 252-263

38. GARY - BOBO, J., H.POURQUIER, J. BELOTTE : La télécobaltthérapie des tumeurs vesicales. J.Radiol.Electrol. 44 (1963): 149-153

39. VAN DE GEIJN, J.: Dose distribution in moving beam cobalt 60 tele = therapy. A generalised calculation method. Brit.J.Rad. 36 (1963): 879-885

40. GIETZELT, F., W. DEGNER,E.W.DORFFEL, A.BANASCHAK,H.ZUR HORST-MEYER,K.H. RIESSBECK : Unsere Erfahrungen mit der ultraharten Strahlung an der Geschwulstklinik der Charité. Radiobiol.Radiother. (Berlin) 6 (1965): 429-438

41. GOIN, L.S.: Roentgentherapy of cancer of bladder. Urol.Rev. 44 (1940): 355-357

42. GOIN, L.S. u. E.F.HOFFMAN : New approach to treatment of certain blader carcinomas. Radiology 34 (1940): 205-213

43. GOODMAN, G.B. u. J.BALFOUR : Carcinoma of bladder : cobalt therapy. J.Urol. (Baltimore) 92 (1964): 30-36

44. GYENES, G.: Strahlenbehandlung von Blasentumoren mit Tele = cobalttherapie und mit Röntgensiebbestrahlung. Radiobiol.Radiother. (Berlin) 3 (1962): 579-584

45. HAUBRICH, R.: Strahlenbehandlung des Blasenkarzinoms. Radiologe 2 (1962): 205

46. HAUBRICH, R. u. E.REICHELT : Therapeutische Erfahrungen mit der Konvergenz = bestrahlung des Blasenkarzinoms. Radiologe 2 (1962): 225-227

47. HEINZLER, F. u. H.L.MOHR : Untersuchungen mit Ionisationskammern zur Bestim = mung der Isodosen bei der Pendelbestrahlung mit ultraharten Röntgenstrahlen einer 15 MeV-Elek = tronenschleuder - Betatron. Strahlenth. 119 (1962): 378-388

48. HELLRIEGEL, W., J. SCHARZ u. J.LOTT : Überlebensrate der Blasentumoren nach konventionel ler und Megavolt - Strahlentherapie. Strahlenth. 119 (1962): 177-186

49. HELLRIEGEL, W.: Krebstherapie mit schnellen Elektronen von 20 bis 30 MeV und 35 MeV - Röntgenstrahlen. Strahlenth. 121 (1963): 481-494

50. HEISE, G.W.: Zur operativen und Strahlenbehandlung des Blasen = karzinoms und der Folgezustände am Harntrakt. Z.Urol. 56 (1963): 571-580

51. HERRMANN, K. u. W.AHLENDORFF : 5 Jahre Erfahrungen mit der Telekobalttherapie der Harnblasenkarzinome. Radiobiol.Radiother. (Berlin) 4 (1963): 333-338

52. IWAO, A., G.BARTH, u. F.WACHSMANN : Die Ermittlung und Messung der Oberflächendosis bei der Rotationsbestrahlung. Strahlenth. 122 (1963): 161-165

53. JANKER, R. u. K.ROSSMANN : Zur Konvergenzbestrahlung der Blasentumoren. Strahlenth. 101 (1956): 35-46

54. JEWETT, H.J.: The surgical treatment of carcinoma of bladder. J.Urol. (Baltimore) 79 (1958): 87-95

55. JONES, E.D.: Clinical experiences with supervoltage radiation. in : Betatron u. Telekobalttherapie, S.5-10 Hrsg. von J.Becker u. K.E.Scheer Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1958

56. KUTTIG, H. u. J.BECKER : Die Isotopen - und Telegammatherapie des Blasencarzinoms. Radiologe 2 (1962): 206-215

57. KUTTIG, H. u. J.BECKER : Gezielte Anwendung einiger Bestrahlungsmethoden in der Telekobalttherapie. Rad.austr. 13 (1962): 7-14

58. LEGRE, J., F.SAN = TAMARIA,R.ANALRIC, R.CLEMENT : Considerations sur la technique et les résultats du traitement du cancer de la vessie à l'aide des radiations de haute énergie. J.Radiol.Electrol. 46 (1965): 793-795

59. LEGUEVAQUE, F., A. LUEZ, P.MARQUES : La cobaltthérapie dans les tumeurs vesicales. J.Radiol.Electrol. 45 (1964): 789-795

60. LINO, E.: La telecobaltoterapia sul carcinoma della vescica. Minerva urol. (Torino) 12 (1960): 85-86

61. LINTNER, L. u. J.BENES : Dosimetrische Probleme der Röntgen - Therapie bösartiger Geschwülste der Harnblase. Rad. austr. 13 (1962): 69-74

62. LOCKWOOD, I.H. u. S.B.CHAPMAN : Therapy of carcinoma of the urinary bladder. Amer.J.Roentgenol. 75 (1956): 519-524

63. MAKOVITS, P. u. J.P.NOUEL : Valeur pronostique de la pariétographie vesicale dans les cancers de la vessie traités par les radiations. J.Radiol.Electrol. 45 (1964): 339-343

64. MARSHALL, V.F.: Results of radiation therapy of bladder cancer. N.Y.St.J.Med. 48 (1948): 875-876

65. MAYOR, G.: Zur Therapie der infiltrierenden Blasentumoren. Schweiz.Med.Wschr. 80 (1950): 900-902

66. MAYOR, G.: Das Problem der Behandlung des Blasenkrebses. Urologe 1 (1962): 96-108

67. MILLER, L.S., C.M. CRIGLER, G.A.GUINN : Supervoltage irradiation for carcinoma of urinary bladder. Radiology 82 (1964): 778-785

68. MUZII, G.: Radioterapia pendolare dei tumori della vescica con raggi X da 15 MeV. Nunt.radiol. (Firenze) 29 (1963): 801-811

69. NEWALL, J.: Supervoltage X-ray therapy and management of bladder cabcer. Brit.J.Urol. 33 (1961): 467-470

70. PASCHKIS, H.: Radiumbehandlung von Blasengeschwülsten. Wien.klin.Wschr. 24 (1911): 1562-1564

71. PFEIFER, W. u. H.WÖRDINGER : Die Siebbestrahlung des Blasenkarzinoms. Strahlenth. Sonderband 46 (1960): 116-123

72. PFEIFER, W. u. H.WÖRDINGER : Über 6-jährige Erfahrung mit der Feinsieb = bestrahlung des Blasenkarzinoms. Radiologe 2 (1962): 215-221

73. PIERQUIN, B.: La radiothérapie des carcinoms épithéliales de la vessie. Vie méd., Enquête, 47 (1966): 1585-1590

74. PISANI, G. u. A.MALASPINA : Venti casi di cancro della vescica trattati con telecobaltoterapia. Minerva fisioter. (Torino) 3 (1958): 215-219

75. PLANK, L.E., I.W. GROSSMANN u. S.D. CAMPANELLA : Cobalt - 60 teletherapy for urinary bladder carcinoma : Two and a half years' experience. J.Urol. (Baltimore) 78 (1957): 402-409

76. POOLE - WILSON, D.S.: Surgery and irradiation in the treatment of bladder cancer. Brit.J.Urol. 29 (1957): 244-250

77. POPPE, E.: Treatment of tumors of the urinary bladder by ultrahard X-rays from a 31 MeV betatron. Arch.Norske Videnskk.-Akad. Oslo, I.Mat.-nat. Kl. 1958 (1959): 31-39

78. RENNER, K.H. u. K.ROSSMANN : Ergebnisse nach Konvergenzbestrahlung von Blasentumoren. Radiologe 2 (1962): 221-225

79. RICHES, SIR E.: Surgery and radiotherapy in urology : the bladder. J.Urol. (Baltimore) 90 (1963): 339-350

80. RINGLEB, D.: Zur radiologischen Klinik der Blasengeschwülste. Strahlenth. 105 (1958): 530-550

81. ROSE, D.K.: Open X-ray therapy in carcinoma of bladder. J.Urol. (Baltimore) 55 (1946): 267-272

82. RUBIN, PH. u. R.BURAN : Supervoltage irradiation in bladder carcinoma. Radiology 73 (1959): 209-225

83. RUSCHE, C.F. u. H.L.JAFFE : Treatment of bladder and prostatic cancer by com = bined interstitial isotope radiation and the cobalt bomb. J.Urol. (Baltimore) 79 (1958): 474-489

84. SCHMITTENHELM, E., W.DERNDINGER, F.GROH u.a.: Ein Betatron für die Elektronentiefen = therapie. Strahlenth. 127 (1965): 578-628

85. SCHOBEL, R.: Indikationgebiete und Ergebnisse der Super = volttherapie in der Urologie. Urologe 2 (1963): 177-186

86. SCHULTE, J.W., F. HINMAN u. B.V.A. LOW - BEER :
Radiocobalt in treatment of bladder tumors.
J.Urol. (Baltimore) 67 (1952): 916-924

87. SCOTT, W.W. u. R.W.MACKAY :
Results obtained by various methods of treat = ment in 622 cases of bladder tumors.
N.Y.St.J.Med. 27 (1927): 939-949

88. SIEBER, F.:
Vorläufige Ergebnisse der Telekobalttherapie des Blasenkarzinoms.
Radiobiol.Radiother. (Berlin) 4 (1963): 195-200

89. SMITHERS, D.W.:
Die Zukunft der Bewegungsbestrahlung ; Rotations = bestrahlung bei Patienten mit tiefgelegenen Tumoren
Strahlenth. 95 (1954): 79-88

90. STAPLETON, J.L.:
Treatment of advanced carcinoma of the bladder with two - million - volt rotation therapy.
J.Fac.Radiol. (London) 4 (1953): 207-210

91. STENDER, H.S. u. G.HAGEMANN :
Erfahrungen und Methoden bei der Bewegungs = bestrahlung mit Telekobalt.
Strahlenth. Sonderband 61 (1965): 509-517

92. SWINNEY, J.:
Megavoltage irradiation in the treatment of carcinoma of the bladder.
Urologia internat. (Basel) 5 (1957): 65-70

93. SWINNEY, J.:
Treatment of bladder cancer by megavoltage therapy.
Brit.J.Radiol. 29 (1957): 241-243

94. TOPOL, O. u. Z.CHODOUNSKY :
Radiologische Erfahrungen bei der Strahlen = therapie der bösartigen Geschwülste der Harnblase.
Radiobiol.Radiother. (Berlin) 4 (1963): 647-658

95. TRIAL, M. u. R.ROZE :
Blasenkrebs und Telekobalttherapie.
Strahlenth. 113 (1960): 369-378

96. TRUMP, J.G., R.C. GRANKE, K.A.WRIGHT, W.W.EVANS, H.F.PARE u. E.E.ERNST :
Treatment of tumors of the pelvic cavity with supervoltage radiation.
Amer.J.Roentgenol. 72 (1954): 284-292

97. ÜBERALL, R.: Zur kombinierten konservativ - chirurgischen und strahlentherapeutischen Behandlung des Blasen = karzinoms.
Bruns' Beitr.klin.Chir. 202 (1961): 190-196

98. UHLMANN, E.M.: Clinical experience with high - speed electrons in cancer therapy.
Radiology 73 (1959): 76-84

99. UHLMANN, E.M. u. J.OVADIA : Experience with high - energy electrons.
Radiologe 1 (1961): 277-283

100. VIELBERG, H. u. E.SCHNEPPER : Ergebnisse der Kobalt - 60 - Teletherapie des Blasenkarzinoms.
Strahlenth. 134 (1967): 1-12

101. WALTER, E.: Strahlenphysikalische Probleme der Therapie mit energiereichen Elektronen.
Radiobiol.Radiother. (Berlin) 6 (1965): 77-88

102. WARD, CH.B., J.E. WIRTH,J.E.ROSE : One and one half years' experience with supervoltag roentgen rays, with special reference to carcinoma of urinary bladder and cervix uteri.
Amer.J.Roentgenol. 36 (1936): 368-380

103. WATSON, T.A. u. J.M.CAMPBELL : Supervoltage radiation therapy in advanced cancer of the urinary bladder.
J.Canad.Ass.Radiol. 14 (1963): 4-9

104. VAN DER WERF - MESSING, B.: Telecobalt treatment of carcinoma of the bladder.
Clin.Radiol. 16 (1965): 165-172

105. WILDBOLZ, E.: Lehrbuch der Urologie 3.Auflage
Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1952

106. WÜRTHNER, K. u. B.FROST : Oberflächendosen schneller Elektronen mit Energiebereich von 8 - 36 MeV.
Strahlenth. 123 (1964): 503-507

D a n k s a g u n g

Abschließend möchte ich allen danken, die mir bei der Bearbeitung dieses Themas behilflich waren, besonders aber Herrn Prof. Dr. med. F. Sommer für die freund = liche Überlassung des Themas und für seine wertvol = len Ratschläge bei der Abfassung dieser Arbeit.

L e b e n s l a u f

von

Otto - Ernst Schnaudigel

Ich wurde am 27.2.1947 in Völklingen / Saar gebo = ren als Sohn des Arztes Dr. med. Ottheinz Schnaudigel und seiner Ehefrau Alma geb. Renno.

Von 1953 bis 1957 besuchte ich die evangelische Volkschule in Völklingen / Saar. Von 1957 bis 1966 war ich Schüler des Staatlichen Realgymnasiums für Jungen in Völklingen / Saar. Dort legte ich am 7.März 1966 die Reifeprüfung ab.

Seit dem SS 1966 studiere ich an der Universität des Saarlandes Medizin. Am 11.April 1967 bestand ich das Vorphysikum und am 4.Oktober 1968 das Physikum. Nach dem SS 1971 beende ich mein Studium mit dem me = dizinischen Staatsexamen.